



Espacenet

# Bibliographic data: CN 1461045 (A)

## Method and device for semiconductor crystallization by laser beam

**Publication date:** 2003-12-10  
**Inventor(s):** NOBUO SAKAKI [JP]; TATSUYA UTSUKA [JP]; KOICHI OKIA [JP] ±  
**Applicant(s):** FUJITSU LTD [JP] ±  
**Classification:**  
 - international: *B23K26/067; C30B13/24; H01L21/20; H01L21/336; H01L29/786*; (IPC1-7): G02F11/33; H01L21/00; H01L21/268  
 - european: *B23K26/067; B23K26/067B; C30B13/24; H01L21/20D2*  
**Application number:** CN20031031162 20030516  
**Priority number (s):** JP20020143032 20020517; JP20020143070 20020517; JP20020143097 20020517

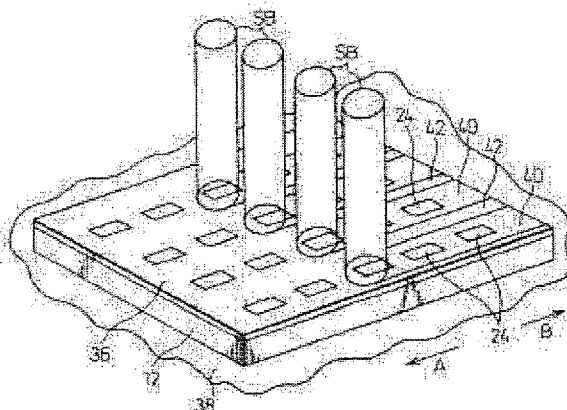
**Also published as:**

- [CN 1238885 \(C\)](#)
- [US 2003216012 \(A1\)](#)
- [US 6977775 \(B2\)](#)
- [US 2005225771 \(A1\)](#)
- [US 7660042 \(B2\)](#)
- [more](#)

**Abstract not available for CN 1461045 (A)**

**Abstract of correspondent: US 2003216012 (A1)**

Laser beams emitted by a plurality of laser sources are divided into a plurality of sub-beams, which are irradiated onto selected portions of an amorphous semiconductor on a substrate to crystallize the amorphous semiconductor. A difference in diverging angles between the laser beams is corrected by a beam expander. The apparatus includes a sub-beam selective irradiating system including a sub-beam dividing assembly and a sub-beam focussing assembly. Also, the apparatus includes laser sources, a focussing optical system, and a combining optical system. A stage for supporting a substrate includes a plurality of first stage members, a second stage member disposed above the first stage members, and a third stage member 38C, rotatably disposed above the second stage to support an amorphous semiconductor.



[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01L 21/268

H01L 21/00 G02F 1/133



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03131162.8

[43] 公开日 2003 年 12 月 10 日

[11] 公开号 CN 1461045A

[22] 申请日 2003.5.16 [21] 申请号 03131162.8

[30] 优先权

[32] 2002. 5. 17 [33] JP [31] 143032/2002

[32] 2002. 5. 17 [33] JP [31] 143070/2002

[32] 2002. 5. 17 [33] JP [31] 143097/2002

[71] 申请人 富士通株式会社

地址 日本神奈川

共同申请人 株式会社日本激光

[72] 发明人 佐佐木伸夫 宇塚达也 大木孝一

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

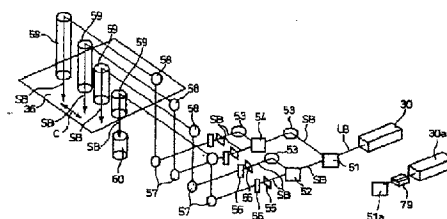
代理人 朱海波

权利要求书 4 页 说明书 25 页 附图 18 页

[54] 发明名称 用于通过激光束使半导体结晶化的  
方法和装置

[57] 摘要

由多个激光源所发射的激光束被分为多个子光束，其被照射到一个基片上的无定形半导体的所选择部分上，以使得该无定形半导体结晶化。通过一个光束扩展器纠正在该激光束之间的发散角的差别。该装置包括一个子光束选择照射系统，该系统包括子光束分离组件和子光束聚焦组件。并且，该装置包括激光源、聚焦光学系统、以及组合光学系统。用于支承基片的平台包括多个第一台部件、置于该第一台部件上方的第二台部件、以及可旋转地置于该第二平台上以支承该无定形半导体的第三台部件。



ISSN 1000-8427 4

1. 一种用于对半导体结晶化的方法，包括如下步骤：  
把由激光源所发射的激光束分类多个子光束；以及  
5 有选择地把子光束照射到基片上的无定形半导体上，以使该半导体结晶化；  
其中由多个激光源所发射的激光束被同时照射到该半导体上，并且多个激光束的发散角之间的差别被纠正。

- 10 2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于形成在该基片上的子光束的多个激光点的间隔为要形成在该半导体上的单位元件的整数倍。

3. 一种用于对半导体结晶化的装置，包括：  
至少一个激光源；  
15 用于把由激光源所发射的激光束分为多个子光束的光束分离装置；  
用于把子光束聚焦在基片上的无定形半导体上的至少一个聚焦光学系统；  
用于改变由该聚焦光学系统所形成的子光束的至少两个光点位置之间的距离的运动机构；  
20 用于把激光束转向到该聚焦光学系统的第一平面镜；以及  
被提供在该聚焦光学系统中以接收由第一平面镜所反射的子光束的第二平面镜，  
其中第一平面镜和第二平面镜之间的子光束与该运动机构的运动方向相平行。

- 25 4. 根据权利要求3所述的装置，其特征在于在该子光束的光路中提供光闸。

5. 根据权利要求3所述的装置，其特征在于 ND 滤光器被提供在该

子光束的光路中。

6.根据权利要求3所述的装置，其特征在于子光束的激光点被设置在与激光扫描方向相垂直的方向上。

5

7.根据权利要求3所述的装置，其特征在于所述聚焦光学系统包括一个框架和被所述框架固定的多个可移动聚焦单元，并且所述运动机构包括与该聚焦单元相关的运动部件，用于使所述聚焦单元相对于所述框架而运动。

10

8.根据权利要求7所述的装置，其特征在于所述聚焦单元被设置为在一个平面上相互平行，并且可运动以改变由相邻的两个聚焦单元所形成的子光束之间的距离。

15

9.根据权利要求8所述的装置，其特征在于每个聚焦单元包括一个外壳、平面镜和由所述外壳所固定的透镜。

10.根据权利要求9所述的装置，其特征在于所述至少一个激光源包括多个激光源，并且所述光束分离装置包括多个光学部件组，该光学部件组的数目对应于激光源的数目。

20

11.根据权利要求10所述的装置，其特征在于所述至少一个光学部件组包括一个光束扩展器，用于纠正由该激光源所发射的激光束的发散角的差别。

25

12.根据权利要求11所述的装置，其特征在于每个光学部件组包括至少一个光束分离器和至少一个平面镜。

13.一种用于对半导体结晶化的方法，其中包括如下步骤：

把由多个激光源所发射的激光束通过一个聚焦光学系统照射到基片上的一个半导体层, 以使得该半导体层熔化和结晶化,

其中所示多个激光束照射到该基片上而不重叠, 相互平行地扫描该半导体层, 并且被定位, 使得它们的熔化轨迹相互重叠。

5

14.一种用于对半导体结晶化的方法, 包括如下步骤:

把由多个激光源所发射的激光束通过一个聚焦光学系统照射到的基片上的半导体层上, 以熔化和结晶化的该半导体层,

其中由该激光源所发射的激光束所形成的多个光点至少部分地相互重叠。

10

15.一种用于对半导体结晶化的装置, 包括:

第一和第二激光源;

聚焦光学系统; 以及

用于把由第一和第二光源所发射的激光束引导到该聚焦光学系统的组合光学系统;

15

其中该组合光学系统包括置于第一激光源之后的一个 $\lambda/2$ 波片、置于第一和第二激光源的至少一个激光源之后的光束扩展器、以及用于把由第一和第二激光源所发射的激光束相组合的偏振分束器。

20

16.一种用于对半导体结晶化的装置, 包括:

激光源;

用于支承包括无定形半导体的基片的平台;

光学聚焦系统; 以及

所述平台包括平行放置并且同步地在第一方向上运动的第一台部件、置于第一台部件之上并且在与第一方向相垂直的第二方向上运动的第二台部件、可旋转地置于第二台部件之上的第三台部件, 使得由激光源所发射的激光束被通过该光学聚焦系统照射到固定到第三台部件的基片上的半导体上, 以熔化和结晶化该半导体。

25

17.根据权利要求 16 所述的装置，其特征在于该第二台部件具有比第一台部件的运动行程更长的运动行程。

5        18.一种用于对半导体结晶化的方法，包括如下步骤：

把激光束照射到在具有显示区域和围绕该显示区域的外围区域的一个基片上的半导体上，以熔化和结晶化该半导体；

在第一扫描方向上执行外围区域的结晶化；

10        在把支承该基片的可旋转台旋转 90 度之后，在与第一扫描方向相垂直的第二扫描方向上执行外围区域的结晶化；以及

沿着与像素的三原色的子像素区域的排列方向相平行的第三扫描方向上执行显示区域的结晶化。

15        19.根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于该第三扫描方向与第二扫描方向相平行。

## 用于通过激光束使半导体结晶化的方法和装置

### 5 技术领域

本发明涉及一种用于使半导体结晶化的方法和装置。

### 背景技术

液晶显示设备包括一个包含 TFT 的有源矩阵驱动电路。并且，一种系统液晶显示器设备包括在围绕该显示区域的外围区域中包含 TFT 的电子电路。低温多晶硅适用于形成用于液晶显示设备的 TFT 以及用于系统液晶显示设备的外围区域的 TFT。并且低温多晶硅被应用于有机 EL 显示器所用的像素驱动 TFT、有机 EL 显示器的外围区域所用的电子电路等等。本发明涉及一种用于使用 CW 激光（连续波激光）对半导体结晶化的方法和装置，用于通过低温多晶硅制造 TFT。

为了利用低温多晶硅形成液晶显示设备的 TFT，在现有技术中，无定形硅层形成在一个玻璃基片上，并且在玻璃基片上的无定形硅层被受激准分子脉冲激光所照射，以使得该无定形硅结晶化。最近，已经开发出一种解决方法，其中在玻璃基片上的无定形硅层被 CW 固体激光器所照射，以使该无定形硅结晶化。

在通过受激准分子脉冲激光使硅结晶化中，迁移率为 150 至 300 ( $\text{cm}^2/\text{Vs}$ ) 的量级，但是在另一方面，在通过 CW 激光对硅的结晶化中，可以实现 400 至 600 ( $\text{cm}^2/\text{Vs}$ ) 量级的迁移率，这在形成用于系统液晶显示设备的外围区域中的电子电路的 TFT 中特别有利。

在硅结晶化中，硅层被激光束所扫描。在这种情况下，具有硅层的基片被安装在一个可移动的平台，并且当硅层相对于固定激光束运动时执行扫描。如图 19 中所示，在受激准分子脉冲激光扫描中，可以用例如具有  $27.5\text{mm} \times 0.4\text{mm}$  的光点“X”的激光束直线扫描，并且当光

束宽度为 27.5mm, 扫描速度为 6mm/s 时, 面积扫描速度为  $16.5\text{cm}^2/\text{s}$ 。

另一方面, 如图 20 中所示, 在 CW 固体激光扫描中, 可以用例如  $400\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$  的光点 “Y” 执行扫描, 并且当以 50cm/s 的扫描速度执行扫描时, 可接受的结晶熔化宽度为  $150\mu\text{m}$  并且面积扫描速度为  $0.75\text{cm}^2/\text{s}$ 。按照这种方式, 通过 CW 固体激光的结晶化, 可以获得高质量的多晶硅, 但是具有效率较低的问题。并且, 可以用 2m/s 的扫描速度执行扫描, 在这种情况下面积扫描速度为  $5\text{cm}^2/\text{s}$ 。但是, 如此获得的多晶硅的迁移率较低。

在通过 CW 固体激光的结晶化中, 由于稳定 CW 激光的输出相对较低, 即使扫描速度增加, 也存在面积扫描速度较低并且不能够大大增加效率的问题。

另外, 如果通过例如具有 10W 的激光功率的 CW 激光执行扫描, 光点的宽度 “Y” 大约为  $400\mu\text{m}$ , 并且扫描速度为 50cm/s, 用可以获得可接受的结晶化的  $400\mu\text{m}$  的光点所获得的有效熔化宽度为  $150\mu\text{m}$ , 因此面积扫描速度为  $0.75\text{cm}^2/\text{s}$ 。按照这种方式, 在通过 CW 固体激光的结晶化中, 尽管可以获得良好质量的多晶硅, 但是仍然存在的效率低的问题。

另外, 如图 29 中所示, 在现有技术中, 支承具有硅层的基片的可移动台包括一个 Y 轴台 1、一个 X 轴台 2、一个可旋转台 3 以及一个真空吸盘 4。通常, 处于最低位置的 Y 轴台 1 具有较多运动的大的高速结构, 并且该 Y 轴台 1 上方的 X 轴台 2 具有相对较小和较少运动的结构。处于最低位置的 Y 轴台 1 承担所有上方部件的负载。包括无定形半导体的基片被在真空吸盘 4 所固定, 一个激光束照射到该无定形半导体上, 并且在可移动台被移动, 并且通过熔化和硬化对该无定形硅进行结晶化, 以形成多晶硅。

利用受激准分子脉冲激光, 由于所形成的光点相对较大, 因此可以获得较高的面积扫描速度。但是, 利用 CW 固体激光, 由于所形成的光点极小, 因此面积扫描速度相当低。因此, 通过 CW 固体激光进行结晶化可以获得优良质量的多晶硅, 但是效率较低。



为了提高通过激光扫描进行结晶的效率,具有硅层的基片必须以最高的可能速度进行往复移动。换句话说,该基片从静止状态被加速,继续以恒定速度移动,并且被激光束扫描,然后减速到静止状态。接着,该基片在相反方向上移动,在此时该基片被加速,以恒定速度移动,并且减速到静止状态。当重复进行基片的往复运动时执行激光扫描。

为了有效地执行高速扫描,需要增加高速 Y 轴台 1 的加速度/减速度。但是,如果加速度增加,则加速的震动增加,并且该震动与加速度和由该台所支承的负载的重量之间的乘积成比例。大的震动将使得用于发射激光束的光学系统摆动,使其偏移,因此使该光学系统对焦不准,并且移动聚焦位置,从而不能够获得稳定的结晶化。

在现有技术中,由于以高速度移动的 Y 轴台 1 支承所有其他台部件的负载,并且该负载的重量较大,因此其加速度不能够大大地增加,并且该基片不能够在短时间内被加速到高速度。

另外,该可旋转台 3 被用于纠正具有硅层的基片的旋转位置的偏移,并且可以在大约 10 度的范围内旋转。为了把具有硅层的基片旋转 90 度,需要从真空吸盘 4 上除去该基片,并且把该基片重新附着在真空吸盘 4 上。结果,在现有技术中,不能够执行具有硅层的基片的 90 度旋转。

## 发明内容

本发明的目的是提供一种对半导体结晶化的方法和装置,其即使在使用 CW 固体激光的情况下也可以增加效率。

根据本发明,一种用于对半导体结晶化的方法包括如下步骤:把由激光源所发射的激光束分类多个子光束,并且有选择地把子光束照射到基片上的无定形半导体上,以使该半导体结晶化,其中由多个激光源所发射的激光束被同时照射到该半导体上,并且多个激光束的发散角之间的差别被纠正。

并且,根据本发明,一种用于对半导体结晶化的装置包括至少一个激光源、用于把由激光源所发射的激光束分为多个子光束的光束分离装

置、用于把子光束聚焦在基片上的无定形半导体上的至少一个聚焦光学系统、用于改变由该聚焦光学系统所形成的子光束的至少两个光点位置之间的距离的运动机构、用于把激光束转向到该聚焦光学系统的第一平面镜、以及被提供在该聚焦光学系统中以接收由第一平面镜所反射的子光束的第二平面镜，其中第一平面镜和第二平面镜之间的子光束与该运动机构的移动方向相平行。

在这些结构中，通过同时照射多个子光束可以增加效率。在显示设备的显示区域中，考虑到不需要对整个显示区域进行结晶化的情况，与像素的表面面积相比，TFT 部分受到限制，可以通过有选择地把子光束仅仅照射到必须被结晶化的部分上而进一步增加效率。尽管不被光束所照射的那些部分保持为无定形半导体，但是当 TFT 被分割时，它们被除去，因此如果它们被保留为无定形半导体也不成问题。

接着，根据本发明，一种用于对半导体结晶化的方法，其中包括如下步骤：把由多个激光源所发射的激光束通过一个聚焦光学系统照射到基片上的一个半导体层，以使得该半导体层熔化和结晶化，其中多个激光束被照射到该基片上而不重叠，相互平行地扫描该半导体层，并且被定位，使得它们的熔化轨迹相互重叠。

并且，根据本发明，一种用于对半导体结晶化的方法包括如下步骤：把由多个激光源所发射的激光束通过一个聚焦光学系统照射到的基片上的半导体层上，以熔化和结晶化的该半导体层，其中由该激光源所发射的激光束所形成的多个光点至少部分地相互重叠。

另外，根据本发明，一种用于对半导体结晶化的装置包括第一和第二激光源、聚焦光学系统、以及用于把由第一和第二光源所发射的激光束引导到该聚焦光学系统的组合光学系统，其中该组合光学系统包括置于第一激光源之后的一个  $\lambda/2$  波片、置于第一和第二激光源的至少一个激光源之后的光束扩展器、以及用于把由第一和第二激光源所发射的激光束相组合的偏振分束器。

在这些结构中，通过把由第一和第二激光源所发射的激光束通过该聚焦光学系统照射到基片上的无定形半导体上，可以增加照射光点的尺

寸。通过增加该光点的尺寸，熔化宽度增加，因此即使所需的扫描速度为常量，以获得高质量的多晶硅，该面积扫描速度也较高。因此，可以高效率地获得优良质量的多晶硅。

接着，根据本发明，一种用于对半导体结晶化的装置包括激光源、  
5 用于支承包括无定形半导体的基片的平台、以及一个光学聚焦系统，其中该平台包括平行放置并且同步地在第一方向上移动的多个第一台部件、置于第一台部件之上并且在与第一方向相垂直的第二方向上移动的第二台部件、可旋转地置于第二台部件之上的第三台部件，从而由激光源所发射的激光束被通过该光学聚焦系统照射到固定到第三台部件的  
10 基片上的半导体上，以熔化和结晶化该半导体。

在该结构中，在用于支承包括无定形半导体的基片的平台中，多个第一台部件被置于最下方位置并且支承第二台部件和第三台部件。第二台部件可以高速移动。从而不需要该高速移动的第二台部件来支承都的多个第一台部件，因此在其上面的负载较小。因为它以高速运动，多个  
15 第一台部件同时移动并且支承较长的第二台部件而不使其弯曲。相应地，第二台部件可以是一个高速部件并且可以提高结晶化的效率。

并且，根据本发明，一种用于对半导体结晶化的方法包括如下步骤：把激光束照射到在具有显示区域和围绕该显示区域的外围区域的一个基片上的半导体上，以熔化和结晶化该半导体，在第一扫描方向上执行  
20 外围区域的结晶化，在把支承该基片的可旋转台旋转 90 度之后，在与第一扫描方向相垂直的第二扫描方向上执行外围区域的结晶化，以及沿着与像素的三原色的子像素区域的排列方向相平行的第三扫描方向上执行显示区域的结晶化。

在这种结构中，可以连续执行外围区的结晶化和显示区域的结晶  
25 化，并且可以提高整体结晶化的效率。

#### 附图说明

从下文结合附图给出的本发明的优选实施例的描述中可以完整地理解本发明，其中：

- 图 1 为示出根据本发明一个实施例的液晶显示设备的截面视图；  
图 2 为示出图 1 的玻璃基片的平面视图；  
图 3 为示出用于制作图 2 的玻璃基片的样品玻璃的平面视图；  
图 4 为示出形成在玻璃基片上的 TFT 和外围区域的 TFT 的处理的  
5 流程图；  
图 5 为示出图 4 的结晶步骤的内容的流程图；  
图 6 为示出用子光束照射到在玻璃基片上的显示区域中的无定形  
硅层的一个例子的透视图；  
图 7 为示出用于调节子光束的光点的光学设备的示意图；  
10 图 8 为示出 CW 激光振荡器和子光束选择照射系统的示意图；  
图 9 为示出形成 16 个子光束的子光束选择照射系统的示意图；  
图 10 为示出图 9 的子光束聚焦组件的一个具体例子的平面视图；  
图 11 为示出图 10 的子光束聚焦组件的正面视图；  
图 12 为示出图 10 的子光束聚焦组件的侧面视图；  
15 图 13 为示出子光束和扫描间距之间的关系示意图；  
图 14 为示出两个玻璃基片和多个子光束之间的关系示意图；  
图 15 为示出子光束的分布的一个例子的示意图；  
图 16 为示出子光束的分布的一个例子的示意图；  
图 17 为示出用于说明本发明的原理的 TFT 结构和激光扫描的示意  
20 图；  
图 18 为示出图 8 至 12 的子光束组件的一个变型例子的示意图；  
图 19 为示出利用受激准分子脉冲激光的现有结晶方法的示意图；  
图 20 为示出利用 CW 激光的现有结晶方法的示意图；  
图 21 为示出根据本发明另一个实施例通过激光束对半导体层进行  
25 结晶化的步骤的透视图；  
图 22 为示出用于对外围区域的半导体进行结晶化的激光设备的示  
意图；  
图 23 为示出该激光设备的一个变型例子的示意图；  
图 24 为示出光点的一个例子的示意图；

图 25 为示出光点的一个例子的示意图;

图 26 为示出根据本发明一个实施例通过激光束对半导体层进行结晶化的步骤的示意图;

图 27 为示出支承具有无定形硅层的玻璃基片的可移动台的透视图;

图 28 为示出激光扫描操作的示意图; 以及

图 29 为示出现有的可移动台的透视图。

### 具体实施方式

下面将参照附图描述本发明的实施例。

图 1 为示出根据本发明一个实施例的液晶显示设备的截面视图。该液晶显示设备 10 包括一对相对的玻璃基片 12 和 14 以及插入在它们之间的液晶 16。电极和对齐层可以被提供在该玻璃基片 12 和 14 上。一个玻璃基片 12 为 TFT 基片, 并且另一个玻璃基片 14 为滤色基片。

图 2 为示出图 1 的玻璃基片 12 的平面视图。该玻璃基片 12 具有一个显示区域 18 和围绕该显示区域 18 的外围区域 20。该显示区域 18 包括大量像素 22。在图 2 中, 一个像素 22 被部分放大示出。像素 22 包括三原色子像素区域 R、G 和 B, 以及 TFT24 形成在每个子像素区域 R、G 和 B 中。外围区域 20 具有 TFT (未示出), 在外围区域 20 中的 TFT 被设置为比显示区域 18 的 TFT24 的密度更大。

图 2 的玻璃基片 12 形成一个 15" 的 QXGA 液晶显示设备, 并且具有  $2048 \times 1536$  个像素 22。2048 个像素被排列在三原色子像素区域 R、G 和 B 排列的方向上 (水平地), 从而子像素区域 R、G 和 B 的数目为  $2048 \times 3$  个。1536 个像素被排列在与三原色子像素区域 R、G 和 B 排列的方向 (水平地) 相垂直的方向上 (垂直地)。在半导体结晶化的处理中, 在与外围区 20 的侧边相平行的方向上执行激光扫描, 并且在由箭头 A 和 B 所表示的方向上在显示区域 18 中执行激光扫描。

其原因是因为 TFT24 在箭头 A 和 B 的方向上排列紧密, 并且与箭头 A 和 B 的方向相垂直的方向上排列稀疏, 并且在基本上为方形的

样品玻璃上,在 A/B 方向上所需的激光扫描次数较少,因此效率较高。

图 3 为示出用于制作图 2 的玻璃基片 12 的样品玻璃(mother glass) 26 的平面视图。样品玻璃 26 包括多个玻璃基片 12。在图 3 中所示的例子中,一个样品玻璃 26 包括 4 个玻璃基片 12,但是一个样品玻璃 26 可以包括 4 个以上的玻璃基片 12。

图 4 为示出形成玻璃基片 12 的 TFT24 和外围区域 20 的 TFT 的处理的流程图。在步骤 S1 中,绝缘层和无定形硅层形成在该玻璃基片上。在步骤 S2,无定形硅层被结晶化以形成多晶硅。在步骤 S3, TFT 被分离,保留必要的硅部分,例如要成为 TFT 等等的部分,并且除去不必要的多晶硅和无定形硅层部分。在步骤 S4,形成栅极、漏极、层间绝缘层和接触孔。在步骤 S5,形成绝缘层和 ITO 层,并且完成该玻璃基片 12。该 ITO 层变为用于形成像素 22 的像素电极。

图 5 为示出图 4 的结晶化步骤 S2 的内容的流程图。CW 激光(连续波激光)振荡器 30 被用于结晶化步骤 S2 中。从 CW 激光振荡器 30 输出的激光束被一个接一个地提供到外围区域照射系统 32 和子光束选择照射系统 34。首先,激光束被聚焦并且照射到玻璃基片 12 的外围区域 20 的无定形硅上,以熔化和硬化该无定形硅,把它结晶化为多晶硅。然后,子光束被有选择地聚焦和照射到玻璃基片 12 的显示区域 18 的无定形硅 36 上,以熔化和硬化该无定形硅,使其结晶化为多晶硅。

由于外围区域 20 的 TFT 被排列为比显示区域 18 的 TFT24 的密度更大,因此在外围区域中需要高质量的多晶硅。在该外围区域照射系统 32 中,外围区域 20 被来自 CW 激光振荡器 30 的相对较高功率的激光束以相对较低的扫描速度而照射。如果用于上述例子中,则以  $250\mu\text{m}$  的光束宽度执行扫描,并且扫描速度为  $40\text{cm/s}$ ,给出  $1\text{cm}^2/\text{s}$  的面积扫描速度。

另一方面,由于显示区域 18 的 TFT24 不需要较高质量的多晶硅,在该子光束选择照射系统 34 中,来自 CW 激光振荡器 30 的激光束被分为子光束,这将在下文中描述,并且用这些子光束以相对较高的扫描速度照射显示区域 18。通过这种方式,提高整体效率,并且在需要的

区域中获得较高质量的多晶硅。

图 6 为示出用由子光束选择照射系统 34 所发出的多个子光束 SB 有选择地照射在玻璃基片 12 上的显示区域的无定形硅层的一个例子。多个子光束 SB 被从由 CW 激光振荡器 30 输出的激光束所分出，以在预定的间隔形成光点。数字 36 表示形成在玻璃基片 12 上的无定形硅层，并且玻璃基片 12 被通过 XY 台的真空吸盘固定到 XY 台 38 上。

子光束 SB 被设置为在包括存在 TFT24 的位置的无定形硅层 36 上的条形部分 40 中形成光点，并且 XY 台 38 在箭头 A 和 B 的方向上移动（扫描）。该无定形硅层 36 的剩余条形部分 42 不被照射。也就是说，该无定形硅层 36 的条形部分 40 被子光束 SB 有选择地照射。

图 7 为示出用于调节子光束 SB 的光点的光学系统的示意图。该光学系统包括用于转向子光束 SB 的光路的平面镜 44、大约为半圆柱形的透镜 46、被设置为与透镜 46 相垂直的大约为半圆柱形的透镜 48、以及一个凸透镜 50。通过该光学系统，把子光束 SB 的光点形成为椭圆形。

图 8 为示出多个 CW 激光振荡器 30 和 30a 以及该子光束选择照射系统 34 的示意图。一个半透射镜 51 被设置在 CW 激光振荡器 30 的正前方，使得由 CW 激光振荡器 30 所发出的激光束 LB 被该半透射镜 51 分为两个子光束 SB。通过该半透射镜 51 的一个子光束 SB 被另一个半透射镜 52 进一步分为两个子光束 SB。数字 53 表示一个平面镜。被半透射镜 51 所反射的另一个子光束 SB 被另一个半透射镜 54 进一步分为两个子光束 SB。按照这种方式，由 CW 激光振荡器 30 所发出的激光束 LB 被分为 4 个子光束 SB。

一个可独立调节的光闸 55 和一个可独立调节的 ND 滤光器 56 被设置在子光束 SB 的每个光路中。该光闸 55 可以用根据需要中断该子光束 SB。ND 滤光器 56 可以调节子光束 SB 的功率。

另外，平面镜 57 被设置为把水平的子光束 SB 向上偏转为在垂直方向上。平面镜 58 把子光束 SB 偏转为在不同高度上与玻璃基片 12 相平行。水平子光束 SB 被聚焦单元 59 在垂直方向上向下偏转，由聚焦单元 59 所聚焦，并且在预定光点照射到该无定形硅层 36。

每个聚焦单元 59 包括图 7 中所示的平面镜 44、透镜 46、透镜 48 和凸透镜 50, 这些光学部件形成一个单元。该聚焦单元 59 在由箭头 C 所表示的方向上在许可范围内移动。光束剖面测量仪 60 被设置在每个聚焦单元 59 上的光轴上。该光束剖面测量仪 60 纠正各个子光束 SB 的聚焦位置。并且, 该光束剖面测量仪 60 可以检测各个子光束 SB 的聚焦位置。

在半透射镜 51 和 ND 滤光器 56 之间, 在与玻璃基片 12 相平行的水平平面中以等间距相互平行地设置 4 个子光束 SB。在平面镜 57 和聚焦单元 59 之间, 在与玻璃基片 12 相垂直的垂直平面中以等间距相互平行地设置该子光束 SB。具有无定形硅层 36 的玻璃基片 12 被在与该垂直平面相垂直的方向 A/B 上移动 (扫描)。

在子光束选择照射系统 34 中的面积扫描速度由子光束的数目  $\times$  扫描速度  $\times$  无定形硅层 36 的条形部分 40 之间的间隔所确定。因此, 最后把激光束 LB 分多个子光束 SB, 并且增加激光振荡器 30 的数目, 从而提供结晶所需的充足功率并且增加子光束的数目。

在图 8 中, 另一个激光振荡器 30a 被设置为与激光振荡器 30 相平行, 并且利用该激光振荡器 30a, 提供与该激光振荡器 30 所包含的光学部件相同的光学部件 (半透射镜、平面镜、聚焦单元等, 未在图中示出), 从而可以形成另外 4 个子光束 SB。在这种情况下, 8 个子光束 SB 都被设置在相同的水平平面中以相等的间隔相互平行。

光束扩展器 79 被设置在激光振荡器 30a 和第一半透射镜 51a 之间。该光束扩展器 79 调节激光束 LB 的发散角。换句话说, 如果在激光振荡器 30 和 30a 的同时照射的多个激光束 LB 的发散角之间不一致, 则存在一条激光束 LB (子光束 SB) 被聚焦光学系统所聚焦而其他激光束 LB (子光束 SB) 的焦点不一致的情况, 因此, 通过调节 LB 激光束的发散角, 两个激光束 LB 的焦点将一致。该光束扩展器 79 还可以被设置在其他激光束 LB 的光路中。并且, 在两个激光束 LB 的每个光路中可以设置两个光束扩展器。

图 9 为示出适用于形成 16 个子光束 SB 的子光束选择照射系统 34



的示意图。该子光束选择照射系统 34 包括 4 个激光振荡器 30、两个子光束分离组件 62、两个子光束聚焦组件 64。两个激光振荡器 30 对应于图 8 的两个激光振荡器 30 和 30a。一个子光束分离组件 62 把从两个激光振荡器 30 和 30a 输出的激光束 LB 分为 8 个子光束 SB, 并且包括对应于设置在图 8 的半透射镜 51 和 ND 滤光器 56 之间的光学部件。一个子光束聚焦组件 64 被光连接到一个子光束分离组件 62, 并且包括对应于从图 8 的平面镜 57 到聚焦单元 59 的光学部件。

图 10 为示出图 9 的子光束聚焦组件 64 的一个具体例子的平面视图, 图 11 为示出图 10 的子光束聚焦组件 64 的正面视图, 以及图 12 为示出图 10 的子光束聚焦组件 64 的侧面视图。在图 10 至图 12 中, 8 个平面镜 57 和 58 以及 8 个聚焦单元 59 被安装到一个框架 64F 上。每个聚焦单元 59 通过电驱动的平台 59S 附着到该框架 64F 上, 并且可以在由图 8 中的箭头 C 所表示的方向上在许可范围内移动。

在使用图 5 的外围区域照射系统 32 的情况中, 从图 8 的半透射镜 51 到聚焦单元 59 的光学部件被除去, 并且外围区域照射系统 32 的光学部件被设置在该半透射镜 51 的位置处。

在上述结构中, TFT24 的间隔 (interval) 与像素 22 的间距 (pitch) 相等。根据本发明, 面积扫描速度与像素间距和子光束的数目成比例地增加。并且, TFT24 的尺寸越小, 则可以更加减小需要熔化的表面面积, 因此可以增加子光束的数目。在不需过度地减小像素间距的条件下, 对于可以由人眼所观看的显示器来说, TFT24 的尺寸可以预先用小型化技术而减小。结果, 可以仅仅在需要的部分有选择地执行结晶化, 而不需把能量施加到不需要的区域上, 从而可以提高进行处理的效率, 并且可以实现节能处理。

在一个例子中, TFT24 的尺寸可以是沟道长度大约为  $4\mu\text{m}$  并且沟道宽度大约为  $5\mu\text{m}$ 。能够以  $2\text{m/s}$  执行高速扫描的 XY 台的波动最大为  $\pm 10\mu\text{m}$  的量级, 因此子光束 SB 的宽度至少为  $25\mu\text{m}$ , 并且考虑到其它因素最好为  $30\mu\text{m}$ 。可以通过把沟道宽度设置为与扫描方向相平行的布局而容易地实现增加沟道宽度的需要。

熔化宽度(无定形硅层 36 的条形部分 40 被熔化的宽度)根据扫描速度、硅的厚度、激光功率、照射聚焦透镜等等而改变。在无定形硅层 36 的深度为 150 纳米并且使用可以获得椭圆形的光点具有  $F=200\text{mm}$  和  $F=40\text{mm}$  的透镜组合的光学系统,并且与椭圆的长轴相垂直地执行激光扫描的情况中,可以获得  $30\mu\text{m}$  的有效熔化宽度。从而,即使对于激光束的分割而造成的功率损耗,如果可以把 2W 或更多的功率施加到被分割的子光束 SB,则可以保持  $30\mu\text{m}$  的所需熔化宽度。所用的激光为 Nd: YV04 连续波固体激光。

对于 10W 的激光振荡,在分割为 4 个子光束之后的激光功率值为 2.3W、2.45W、2.45W 和 2.23W,都超过 2W。相信子光束 SB 的 10 至 20% 的功率值偏差是由于在平面镜和半透射镜的特性偏差所造成的。由于这些数值,在 ND 滤光器 56 处的功率有一些衰减,从而 4 个子光束 SB 的功率值都一致为 2.2W。

在图 9 中,16 个子光束 SB 被 ND 滤光器 56 进行功率调节,从而所有 16 个子光束 SB 被调节为具有 2.1W 的相同功率值。由于来自不同激光振荡器的光束的发散角不同,因此聚焦位置也不同,从而为了纠正,紧接着在从激光振荡器输出激光束之后提供光束扩展器,并且通过纠正该发散角,可以获得相同的聚焦位置。但是,如果聚焦位置偏移不大,则可以获得相同尺寸的熔化宽度,并且即使用偏移的聚焦位置执行结晶化也不会造成严重的问题。

在图 2 的玻璃基片 12 中,外围区域的宽度大约为 2mm。使用 16 个子光束 SB 在 15" 的 QXGA 显示设备上执行结晶化。像素 22 的尺寸为 148.5 平方微米。从而,RGB 子像素尺寸为  $148.5\mu\text{m} \times 49.5\mu\text{m}$ 。为了减小扫描的次数并且增加整体效率,与  $148.5\mu\text{m}$  的一侧相垂直(沿着 RGB 子像素设置的方向)执行扫描。由于该光学系统的尺寸而不可能以  $148.5\mu\text{m}$  的间隔设置 16 个子光束 SB。每个聚焦单元 59 的照射透镜以 30mm 的间隔而设置,并且通过电驱动台 59S 可以相对于它们设置的方向在  $\pm 4\text{mm}$  的范围内移动。

由于  $30\text{mm}/148.5\mu\text{m} = 202.02$ ,因此在两个聚焦单元 59 之间存在

一行 202 个 TFT24 (无定形硅层 36 的条形部分 40)。

从而, 第一、末端照射透镜和第二照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} = 29997 \mu\text{m} = 30000-3$ 。

第一、末端照射透镜和第三照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 2 = 59994 \mu\text{m} = 30000 \times 2-6$ 。

第一、末端照射透镜和第四照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 3 = 89991 \mu\text{m} = 30000 \times 3-9$ 。

第一、末端照射透镜和第五照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 4 = 119988 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第六照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 5 = 149985 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第七照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 6 = 179982 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第八照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 7 = 209979 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第九照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 8 = 239976 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第十照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 9 = 269973 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第十一照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 10 = 299970 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第十二照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 11 = 329967 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第十三照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 12 = 359964 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第十四照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 14 = 389961 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第十五照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 15 = 419958 \mu\text{m}$ 。

第一、末端照射透镜和第十六照射透镜之间的间隔为  $202 \times 148.5 \mu\text{m} \times 16 = 449955 \mu\text{m} = 30000 \times 15 - 45$ 。

相应地，每个照射透镜被从设计的平均位置精细地调节，在第二照射透镜的情况中为在负方向上的  $3 \mu\text{m}$ ，对于第三照射透镜为在负方向上的  $6 \mu\text{m}$ ，...，对于第 16 个照射透镜为在负方向上的  $45 \mu\text{m}$ 。因此，子光束被聚焦在各个 TFT 区域上。在该状态中，用 10W 的激光振荡器 30 的输出和 2m/s 的扫描速度照射该子光束，并且用 2W 的每个子光束 SB 执行照射。

图 13 为示出子光束 SB 和扫描间隔之间的关系的示意图。如图 13 中所示，子光束 SB 被以  $(3\text{mm}-3 \mu\text{m})$  的间隔“a”而设置。TFT24 之间的间隔，即扫描间隔“b”，为  $148.5 \mu\text{m}$ 。当 XY 台 38 在由箭头 A 和 B 所表示的方向上往复运动时执行扫描。换句话说，在 XY 台 38 在箭头 A 的方向上运动之后，XY 台在与箭头 A 和 B 相垂直的方向上移动  $148.5 \mu\text{m}$ ，然后在箭头 B 的方向上运动，接着再次在与箭头 A 和 B 相垂直的方向上移动  $148.5 \mu\text{m}$ 。该操作被重复执行。在图 13 中，尽管每个子光束 SB 被示出为扫描 4 次，但是在此所述的例子中，每个子光束 SB 扫描 202 次。

在一个扫描方向中的一次扫描中，16 个子光束 SB 以 202 个像素的间隔对无定形硅层 36 的条形部分 40 进行结晶化。接着，在反向扫描中，16 个子光束 SB 以 202 个像素的间隔对无定形硅层 36 的相邻条形部分 40 进行结晶化。在 101 次往复扫描中（即，202 次扫描），可以扫描对应于  $202 \times 16 = 3332$  个像素的部分。在这种情况下，面积扫描速度为  $148.5 \mu\text{m} \times 2\text{m/s} = 7.5\text{cm}^2/\text{s}$ 。

但是，在本例的玻璃基片 12 中，在垂直方向上的像素数目仅仅为 1536 个。从而，在要被接着说明的例子中，使用 8 个子光束 SB 而不是 16 个。由于  $1536 = 202 \times 7 + 122 = 122 \times 8 + 80 \times 7$ ，因此用 8 个光束执行 122 次扫描，用 7 个子光束 SB 执行剩余的 80 次扫描。在这种情况下，在第 122 次扫描之后用光闸 55 切断第 8 条子光束 SB。

由于在本例中，该设备具有 16 条子光束 SB，以及用 8 条子光束

SB 对一个玻璃基片 12 进行扫描和结晶化, 因此可以通过剩余的 8 条子光束 SB 执行在样本玻璃 26 (图 3) 上的相邻玻璃基片 12 的扫描和结晶化。但是, 为了执行该操作, 最好当前玻璃基片 12 的像素的端部与相邻玻璃基片 12 的像素的最近端部之间的距离为像素间距的整数倍。

- 5 另外, 在样本玻璃 26 上的所有玻璃基片 12 的像素 22 的位置最好被设置在具有统一的像素间距的网格上。

图 14 为示出在样本玻璃 26 上的两个玻璃基片 12a 和 12b 以及多个子光束 SB8 和 SB9 之间的关系的示意图。子光束 SB8 为在用于使玻璃基片 12a 结晶化的 8 个子光束 SB 中的第 8 个子光束 SB, 并且子光束 SB9 为在用于使玻璃基片 12b 结晶化的 8 个子光束 SB 中的第一子光束 SB。

- 当第 8 个子光束 SB8 已经结束 122 次扫描时, 它被光闸 56 所停止。可以由该第 8 个子光束 SB8 所扫描的剩余 80 次扫描的扫描区域的长度为  $148.5 \mu\text{m} \times 80 = 11.880\text{mm}$ 。如果该距离与玻璃基片上 12a 的最后一个像素和相邻玻璃基片 12b 的第一像素之间的距离相同, 则第 9 至第 16 个子光束 SB 可以被用于对相邻玻璃基片 12b 进行结晶化, 而没有浪费。换句话说, 当第一子光束 SB 扫描玻璃基片 12a 的第一像素时, 第 9 子光束 SB 扫描玻璃基片 12b 的第一像素。当存在玻璃基片 12 的 2mm 的外围区域 20 时, 可以在两个玻璃基片 12a 和 12b 之间提供  $(11.880 - 2 \times 2 = 7.88\text{mm})$  的间隙 (L)。

- 在本装置中, 当相对于平均位置的  $\pm 4\text{mm}$  的可移动区被提供给每个子光束 SB 时, 可以允许能够用该可移动区域消除的不规则性, 但是是一个接一个地对相邻玻璃基片的调节的需要被复杂化, 并且该过程是耗时间的, 从而最好样本玻璃基片的所有平面的像素位置被设置在具有统一像素间距的网格上。

图 14 示出具有在该样本玻璃上的像素的像素间距的虚拟网格 M。设计该样本玻璃使得在多个玻璃基片 12a 和 12b 上的像素排列与该虚拟网格 M 相同, 该网格被描绘为具有样本玻璃的像素间距。

由于与像素间距、玻璃基片 12 的尺寸、子光束 SB 的平均位置以

及子光束 SB 的数目的关系,暂时出现停止这种单个子光束 SB 的情况。在大的玻璃基片 12 的情况中,应当明确可以更加有效地使用 16 个子光束 SB。

图 15 为示出子光束 SB 的排列的一个例子的示意图。为了增加效率,最好减小子光束 SB 之间的间距。但是,由于对透镜和平面镜小型化的限制,因此对于减小子光束 SB 的间距存在限制。在该限制之下,为了减小该间距,子光束 SB 照射系统可以不设置为 1 行,而是按照相同的间距但是交错地设置为多行,如图 15 中所示。按照这种方式把该系统设置为多行,按照与在样本玻璃的宽度上增加的行数相同的比例,XY 台能够以一致的高速度运动的距离增加,因此效率有所下降。

图 16 为示出子光束 SB 排列的一个例子的示意图。在用两行来克服该问题中,尽管可以通过把两个相同的子光束 SB 的位置偏移而排列为两行的子光束照射系统,但是当该平台已经完成以一致的高速度运动时,还可以通过把每一行设置在样本玻璃的最前位置而实现该目的,如图 16 中所示。当然,多行的子光束照射系统也可以排列在这些位置。

图 17 为说明本发明的原理的示意图。图 18 为示出图 8 至图 12 的子光束聚焦组件的变型例子的示意图。

当通过激光对无定形硅面板的面板表面进行退火时,如果整个面板表面都被退火,则需要太多的时间。如果 TFT24 被零星地分散,如图 17 中所示,则可以仅仅对包含 TFT24 的条形部分 40 进行退火,因此不需要对整个表面退火。

在通过激光束扫描以对该面板表面进行退火中,存在有当该面板被固定时移动该激光束(子光束)的方法,以及当激光束(子光束)被固定时移动该面板的方法。本发明可以应用于这两种方法。

由于用单个激光束来进行激光退火需要太多的时间,因此希望增加激光束的数目( $n$ ),使用“ $n$ ”条激光束需要  $1/n$  的时间,因此使用多条激光束( $n$  条光束)。如图 17 中所示, TFT24 以间距 PTR 规则地设置,但是该间距 PTR 根据该产品而变化。本实施例的装置可以适用于不同的间距。

这在图 18 中进一步说明。在用多条(在图 18 中为 4 条)激光束(子光束 SB)进行退火时,该面板必须用等间距的子光束 SB 来照射。这种机构将使用图 18 的 4 条光束来说明。

使用光路转向平面镜 58 把 4 条子光束 SB 转向 90 度,从而子光束 SB 与该图中所示的平台运动方向 C 相平行(在图 18 的中为左右运动)。接着,使用光路转向平面镜 44 把子光束 SB 转向 90 度,从而子光束 SB 通过该图中所示的透镜单元 LU 的中央(图 7 中所示的透镜 46、48 和 50)。该平面镜 44 和透镜单元 LU 位于聚焦单元 59 中。该聚焦单元 59 被安装在导轨 59G 上(手动台)和电驱动台 59S 上,从而当该电驱动台 59S 运动时(在图中为左右运动),整个聚焦单元 59 向左或向右运动。当该电驱动台 59S 运动时(在图中为左右运动),整个聚焦单元 59 向左或向右移动,从而激光束(子光束 SB)总是通过图形单元 LU 的中央。

通过该机构,可以调节经过透镜单元 LU 的向外激光束和经过下一个透镜单元 LU 的下一个向外激光束之间的间隔(激光束间距 PLB1)。可以按照与用于激光束间距 PLB1 相同的方法来类似地调节其他激光束之间的间隔。

接着,将描述使用具有图 18 的结构的多条(在图 18 中为 4 条)激光束(子光束 SB)对具有按照如图 17 中所示的晶体管间距 PTR 排列的 TFT 的面板表面进行退火而没有浪费或损耗的方法。

晶体管间距 PTR 通常为  $100\mu\text{m}$  的量级(根据所制造的产品而不同,如已经描述的那样)。例如,将具体描述当 PTR 为  $90\mu\text{m}$  并且初始激光束间距为  $20\text{mm}$  的情况。由于  $20\text{mm}/90\mu\text{m} = 222.22\dots$ , 通过四舍五入得到整数  $222.222 \times 90\mu\text{m} = 19.98$ 。因此,如果激光束间距 PLB1 至 PLB4 为  $19.98\text{mm}$ , 则可以用一次扫描对具有  $19.98\text{mm}$  的激光间距的 4 个晶体管行进行退火。接着,在把该面板与激光扫描方向相垂直地相对于激光束移动  $90\mu\text{m}$  之后,再次执行激光扫描,可以对紧接着的 4 个晶体管行进行退火。当在此之后执行 220 次激光扫描之后(已经执行两次扫描,因此扫描的总次数为 222),  $222 \times 4$  个晶体管行被退火而没

有重复或遗漏。可以对  $222 \times 4 \times 90 \mu\text{m} = 19.98\text{mm} \times 4 = \text{约 } 80\text{mm}$  的区域进行退火而没有浪费或失败。接着,在把该面板与激光扫描方向相垂直地相对于激光束移动 80mm 之后,如果通过相同的处理执行退火,则可以对任何尺寸的面板进行退火而没有重复或遗漏。

- 5       本实施例提供一种用于退火的装置,通过用可以调节激光束间距的结构把激光束间距设置为晶体管间距的整数倍,即使当对具有变化的晶体管间距的面板进行激光退火时,也不会有浪费或遗漏。在此已经提出一种系统,当使用激光对无定形硅面板等等进行激光退火时,使用多条激光束。本实施例提供一种方法,其可以使用多条激光束进行退火,可以响应根据产品而变化并且分散在该面板的表面上的晶体管间距,以及
- 10       通过把多个激光束的间隔设置为晶体管间距的整数倍,提供一种可以有效地执行退火而没有浪费的装置。

如上文所述,根据本发明,即使使用 CW 固体激光器也可以增加效率。

- 15       接着,将描述本发明的其他实施例。该实施例包括图 1 至 4 所示基本特征。

- 图 21 为示出通过激光束对无定形硅层(半导体层)进行结晶化的步骤的示意图。该无定形硅层 36 形成在一个玻璃基片 12 上,并且氧化硅的绝缘层等等被设置在它们之间,并且该玻璃基片 12 被通过真空吸盘或者台 38 的机械制动器固定到一个 XY 台 38 上。激光束 LB 被在照射到无定形硅层 36 上,并且激光束 LB 在预定方向上移动,从而执行扫描。首先,激光束被聚焦和照射到玻璃基片 12 的外围区域 20 的无定形硅层 36 上,以熔化和硬化该无定形硅层,使得该无定形硅层结晶化为多晶硅。然后,激光束被聚焦和照射玻璃基片 12 的显示区域 18 的无定形硅层 36 上,以熔化和硬化该无定形硅层,以把操作硅层的无定形态结晶化为多晶硅。其原因是在以交错的方式执行激光扫描时,当首先用强激光对外围区域执行结晶化,然后用弱激光对显示区域执行结晶化时,交错部分的结晶度与当使用强激光时外围区域的结晶度相同,但是如果激光以相反的次序照射则由强激光所获得的结晶度不足。这是因为
- 20
- 25



如果无定形硅被部分地结晶为特定的程度则对光的吸收减少。

当外围区域 20 的 TFT 被设置为比显示区域 18 的 TFT24 更加密集时,则需要高质量的多晶硅。从而,用相对较高功率的激光束以相对较低的扫描速度执行外围区域 20 的激光扫描,并且当显示区域 18 的 TFT24 不需要高质量的多晶硅时,用相对较低功率的激光束(或者通过从激光束分离的子光束)以相对较高的扫描速度执行扫描。

图 22 为示出用于对外围区域 20 的半导体进行结晶化的激光设备 70 的示意图。该激光设备 70 使用图 5 中的 XY 台 38 用于结晶化。该激光设备 70 包括两个激光源(连续波(CW)激光振荡器)71 和 72、普通聚焦光学系统 72、以及用于把从两个激光源 71 和 72 发出的激光束引导到该聚焦光学系统 73 的组合光学系统 74。

该聚焦光学系统 73 包括大约为半圆柱形的透镜 75、设置为与透镜 75 相垂直的大约为半圆柱形的透镜 76、以及凸透镜 77。该激光束 LB 的光点由聚焦光学系统 73 形成为椭圆形。

该组合光学系统 74 包括置于第一激光源 71 之后的  $\lambda/2$  波片 78、置于第二激光源 72 之后的光束扩展器 79、以及用于组合来自第一和第二激光源 71 和 72 的激光束 LB 的偏振分束器 80。

从激光源 71 和 72 发出的激光束 LB 被组合光学系统 74 所组合,并且通过聚焦光学系统 73 照射到玻璃基片 12 的无定形半导体 36,以使得该无定形半导体 36 结晶化。该光束扩展器 79 调节激光束 LB 的发散角。换句话说,如果在激光束 LB 的发散角之间具有偏差,则存在一个激光束 LB 被该聚焦光学系统 73 所聚焦,但是与另一个激光束 LB 的焦点不一致,因此希望通过光束扩展器 79 调节该激光束 LB 的发散角使得两个激光束 LB 的焦点相一致。该光束扩展器 79 也可以被设置在另一个激光束 LB 的光路中。并且,两个光束扩展器可以设置在这些激光束 LB 的两个光路中。

由第一和第二激光源 71 和 72 所发出的激光束 LB 被垂直线性偏振,并且由第一激光源 71 所发出的激光束 LB 具有被  $\lambda/2$  波片 78 旋转 90 度的偏振面,并且水平的线性偏振。从而,从第一激光源 71 输出并且

通过 $\lambda/2$ 波片 78 的激光束 LB 以及从第二激光源 72 输出的激光束 LB 被引导到偏振光束分束器 80, 并且两个激光束 LB 以基本上重叠的方式照射到无定形半导体 36。线性偏振状态的改变在图 23 中更加详细地示出。

5        每个激光束 LB 通过聚焦光学系统 73 以形成一个椭圆形的光点。如图 24 中所示, 激光束 LB 的各个光点相重叠, 并且组合的激光束 LB 的光点形成一个蚕茧状的光点 BS。这可以通过稍微偏转任何一个平面镜 81 的角度而实现。换句话说, 从激光源 71 和 72 输出的激光束 LB 分别形成椭圆形的光点, 并且该椭圆形光点在它们的长轴方向上相互重  
10    叠。

在本例中, 通过等离子体 CVD 方法在玻璃基片 12 上形成 400nm 厚的氧化硅层, 并且通过等离子体 CVD 方法在其上形成 100nm 厚的无定形硅 36。所使用的激光为连续波 Nd: YV04 固体激光。在一个实施例中, 当使用单个激光源时, 以 10W 的激光功率形成  $400\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$  的光点。  
15    如果使用具有  $400\mu\text{m}$  的激光宽度和 50cm/s 的扫描速度的单个激光执行扫描, 则可以获得  $200\text{cm}^2/\text{s}$  的面积扫描速度。并且, 在  $400\mu\text{m}$  的激光照射宽度中, 无定形半导体 36 的  $150\mu\text{m}$  宽的条形部分被良好地熔化和结晶, 并且表现出流型晶界。一旦在由该流型晶界所制成的多晶硅区域中形成 TFT 时, 可以获得  $500(\text{cm}^2/\text{Vs})$  的高迁移率。

20        如图 22 中所示, 从两个激光源 71 和 72 发出的激光束的组合光点为  $600\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ 。当以 10W 的激光功率、 $600\mu\text{m}$  的光点宽度以及 50cm/s 的扫描速度执行激光扫描时, 无定形半导体 36 的  $350\mu\text{m}$  宽的条形部分被特别良好地在  $600\mu\text{m}$  的激光照射宽度内熔化和结晶, 并且获得流型晶界。具有  $350\mu\text{m}$  的宽度的高质量结晶化条形部分为使用单  
25    个激光的具有  $150\mu\text{m}$  宽度的高质量结晶化条形部分的宽度的 2 倍。换句话说, 通过两个光点的复合加热, 可以增加光点尺寸和有效熔化宽度 (高质量结晶宽度)。

图 23 为示出激光设备 70 的变型例子的示意图。图 23 的激光设备 70A 包括两个光学系统的单元。每个光学系统的单元包括与图 22 的激

光设备 70 的部件相同的部件。第一单元的光学系统使用与图 22 相同的带有后缀“a”的标号, 以表示相同的光学部件; 并且第二单元的光学系统使用与图 22 相同的带有后缀“b”的标号以表示相同的光学部件。可以适当地提供光束扩展器 79。

- 5       两个单元的光学系统被设置为紧密相邻, 并且由该两个单元的光学系统所产生的光点 BS 被设置为使得它们在与扫描方向相垂直和相平行的方向上偏移。在该结构中, 每个  $350\text{ }\mu\text{m}$  的有效熔化宽度区域被设置为使得扫描轨迹重叠  $50\text{ }\mu\text{m}$ , 并且有效熔化宽度为  $650\text{ }\mu\text{m}$ 。

- 10       图 25 为示出光点的另一个例子的示意图。三个光点 BS 都被设置为使得它们在与扫描方向相垂直和相平行的方向上偏移。这三个光点都照射到基片上, 并且在扫描方向上偏移而不重叠。但是, 这三个光点被设置为使得它们相平行地扫描该半导体层, 并且当在扫描方向上观察时相互重叠, 从而它们的熔化宽度相互重叠。并且, 三个以上的光点可以被设置为使得它们在与扫描方向相垂直和相平行的方向上偏移。

- 15       如上文所述, 根据本发明, 即使当使用 CW 固定激光时也可以增加效率。

- 20       接着, 将说明本发明的另一个实施例。该实施例包括参照图 1 至 4 所述的基本特征。图 26 为示出通过激光束对无定形硅层 (半导体层) 36 进行结晶化的步骤的示意图。该无定形硅层 36 形成在玻璃基片 12 上, 它们之间具有氧化硅的绝缘层等等, 并且玻璃基片 12 被真空吸盘或者该台的机械制动器固定到一个可移动台 38 上。从激光源 (连续波 (CW) 激光振荡器) 30 输出的激光束 LB 通过一个凹透镜 31, 被平面镜 44 所反射, 通过一个聚焦光学系统, 并且被照射到无定形硅层 36 上。该聚焦光学系统包括一个大约为半圆柱形的透镜 46、被设置为与该透镜 46 相垂直的大约为半圆柱形的透镜 48、以及一个凸透镜 50。通过该凸透镜 50 的激光束 LB 的光点形成一个椭圆形。

25       激光束 LB 被在照射到无定形硅层 36 上, 并且该可移动台 38 在预定方向上移动, 从而执行激光扫描。首先, 激光束 LB 被聚焦和照射到玻璃基片 12 的外围区域 20 的无定形硅 36 上, 以熔化和硬化该无定形

硅,使其结晶化为多晶硅。然后,该激光束被聚焦和照射到玻璃基片12的显示区域18的无定形硅36上,以熔化和硬化该无定形硅,把其结晶化为多晶硅。

5 当外围区域20的TFT被设置为比显示区域18的TFT24更加密集时,需要高质量的多晶硅。从而,用相对较高功率的激光束以相对较低的扫描速度执行外围区域20的激光扫描,并且当显示区域18的TFT24不需要较高质量的多晶硅时,以相对较低功率的激光束(或者通过从激光束分离的子光束)以相对较高的扫描速度执行扫描。

图27为示出支承具有无定形硅层36的玻璃基片12的可移动台38  
10 的透视图。该可移动台38包括平行设置并且同步地在第一方向P、Q上运动的第二台部件38A,设置在第二台部件38A之上并且与第一方向相垂直的第二方向R、S上运动的第二台部件38B,以及可旋转地置于第二台38B上方的第三台部件38C。该第三台部件38C具有用于固定玻璃基片12的无定形半导体36的真空吸盘38D。该第三台部件38C  
15 (可旋转台)可以在110度的角度范围内旋转。

在该可移动台38中,第二台部件38A置于最下方位置并且支承第三台部件38B以及第三台部件38C。第二台部件38B较大和较长,具有更大的行程,并且可以高速运动。从而,以高速运动的第二台部件38B不需要支承第二台部件38A,因此在第二台部件38B上的负载较小。  
20 第二台部件38A同时运动和支承第三台部件38B而没有弯曲。相应地,第三台部件38B可以被以较高速驱动,因此可以提高结晶化的效率。

图28为示出激光扫描操作的示意图。首先,执行外围区域20的激光扫描。在外围区域20的激光扫描中,(1)执行与第一扫描方向P、Q相平行的外围区域20的结晶化,(2)接着,在支承玻璃基片12的第三  
25 台部件38C(可旋转台)被旋转90度之后,执行在与第二扫描方向R、S相平行,与第一扫描方向P、Q相垂直的外围区域20的结晶化。然后,(3)在与像素22的三原色的子像素区域的排列方向相平行的第三扫描方向A、B上对显示区域18进行结晶化。

这种操作次序的原因是在多个面板上执行结晶化扫描并且出现扫

描交错部分的情况中,当首先用高能量密度的激光对外围区域执行结晶化,然后用弱激光对显示区域执行结晶化时,交错部分的结晶度与当使用强激光时的结晶度相同,但是如果激光以相反的次序照射则由强激光所获得的结晶度不足。这是因为如果无定形硅被部分地结晶为特定的程度,则与无定形状态相比对光的吸收减少。按照该次序执行操作的另一个原因是可以连续地在相同方向上执行扫描。

也就是说,首先执行在玻璃基片 12 的外围区域 20 的四边中的两个短边的激光扫描,然后执行在玻璃基片 12 的外围区域 20 的四边中的两个长边的激光扫描。在两个短边的扫描中,玻璃基片 12 的短边被定位为与第二台部件 38B 相垂直,并且第二台部件 38B 与玻璃基片 12 一同在第一扫描方向 P、Q 上往复运动。第二台部件 38B 被驱动,以在一个方向 P 上运动,并且在该运动时,第二台部件 38B 从静止位置加速,用处于恒定速度状态的第二台部件 38B 执行激光扫描,并且在通过激光扫描区域之后,该第二台部件 38B 被减速和停止。然后,当第一台部件 38A 在与第一扫描方向 P、Q 相垂直的方向上少量运动之后,第二台部件 38B 被驱动,以在相反的方向 Q 上运动。在此时,第二台部件 38B 被加速,并且以恒定速度运动,然后被减速。当重复该往复运动时,执行激光扫描,从而照射区域的端部相互重叠。

然后,第三台部件 38C (可旋转台) 被旋转 90 度,并且玻璃基片 12 的长边被定位为与第二台部件 38B 相平行。在第二扫描方向 R、S 上执行两个长边的激光扫描。当按照与短边相同的方式重复往复运动时执行两个长边的扫描。

在此之后,在第三扫描方向 A、B 中执行显示区域的激光扫描。由于该第三扫描方向 A、B 与第二扫描方向 R、S 相平行,因此第三台部件 38C (可旋转台) 被支承在与当扫描该外围区域 20 的两个长边时相同的旋转位置处。在第一台部件 38A 被在与第二扫描方向 R、S 相垂直的方向上移动到初始位置时,该第二台部件 38B 被驱动以在第三扫描方向 A、B 中往复运动。

在第二台部件 38B 的往复运动之间,第一台部件 38A 被在与第二

扫描方向 R、S 相垂直的方向上少量移动。在显示区域 18 的激光扫描过程中第一台部件 38A 的移动量大于在外围区域 20 的激光扫描过程中第一台部件 38A 的移动量。换句话说, 按照比外围区域 20 的激光扫描的间距更大的间距执行显示区域 18 的激光扫描。并且, 按照比用于外围区域 20 的激光扫描更高的扫描速度执行显示区域 18 的激光扫描。另外, 按照比外围区域 20 的激光扫描更低的激光功率执行显示区域 18 的激光扫描。另外, 当在与像素 22 的三原色子像素区域排列的方向相平行的第三扫描方向上执行显示区域 18 的结晶化时, 扫描次数大大地小于当在与像素 22 的三原色子像素区域排列的方向相垂直的方向上 (与方向 A、B 相垂直) 执行显示区域 18 的结晶化时的扫描次数, 因此可以缩短激光扫描时间。

按照这种方式, 通过把高精度的第一台部件 38A 置于底部, 并且把高速的第二台部件 38B 置于上方, 可以减小在高速的第二台部件 38B 上的负载重量。同时, 可以通过多个第一台部件 38A 支承长的第二台部件 38B, 从而该第二台部件 38B 被在支承而没有弯曲。多个第一台部件 38A 被同步驱动。因此, 当高速的第二台部件 38B 被加速和减速时, 可以增加加速度, 并且可以缩短用于激光扫描之外的其他运动的时间。通过使得第三台部件 38C (可旋转台) 在 110 度的范围内旋转, 在把玻璃基片 12 安装在真空吸盘 38D 中之后, 可以连续地执行外围区域 20 的结晶化和显示区域 18 的结晶化。因此, 根据本发明, 可以提高结晶化的效率。

在本例中, 通过等离子体 CVD 方法在玻璃基片 12 上形成 400nm 厚的氧化硅层, 并且通过等离子体 CVD 方法在其上形成 100nm 厚的无定形半导体 36。所使用的激光为连续波 Nd:YV04 固体激光。在一个例子中, 该激光为 10W, 并且形成  $400\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$  的光点。如果使用具有  $400\mu\text{m}$  的激光宽度和 50cm/s 的扫描速度的单个激光源执行扫描, 可以获得  $200\text{cm}^2/\text{s}$  的面积扫描速度。并且, 在  $400\mu\text{m}$  的激光照射宽度内, 无定形半导体 36 的  $150\mu\text{m}$  宽的条形部分被良好地熔化和结晶化, 并且表现出流型晶界。一旦在由该流型晶界所制成的多晶硅区域中形成

TFT 时, 可以获得  $500 \text{ (cm}^2/\text{Vs)}$  的高运动特性。

如上文所述, 根据本发明, 即使在使用 CW 固定激光的情况下也可以增加效率。

图1

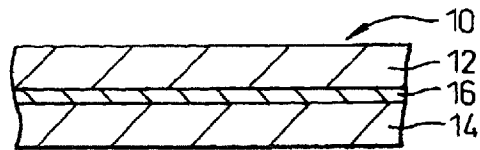


图2

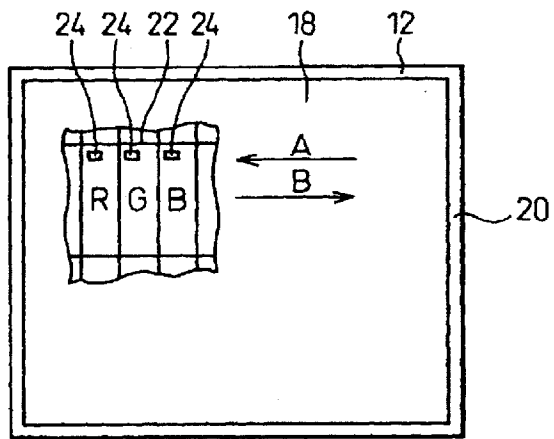


图3

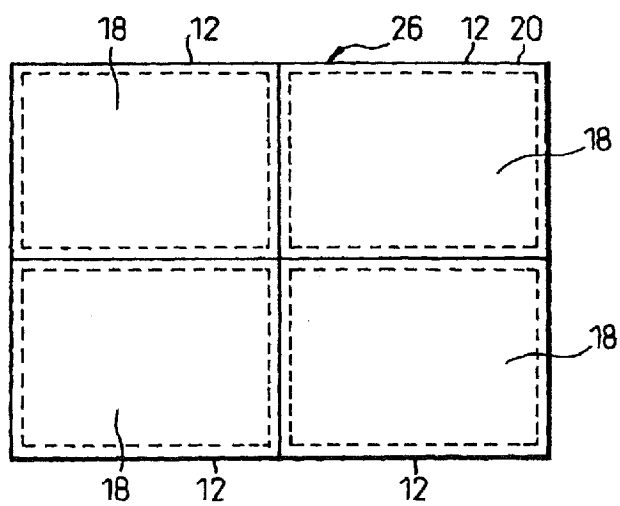




图4

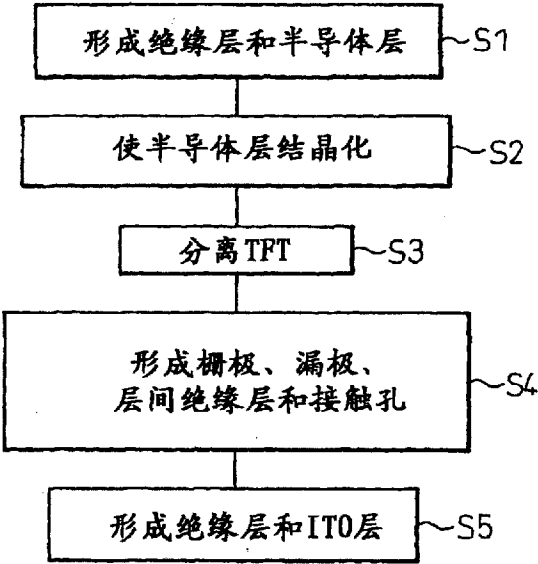


图5

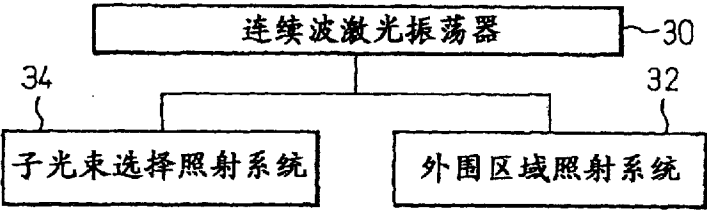


图6

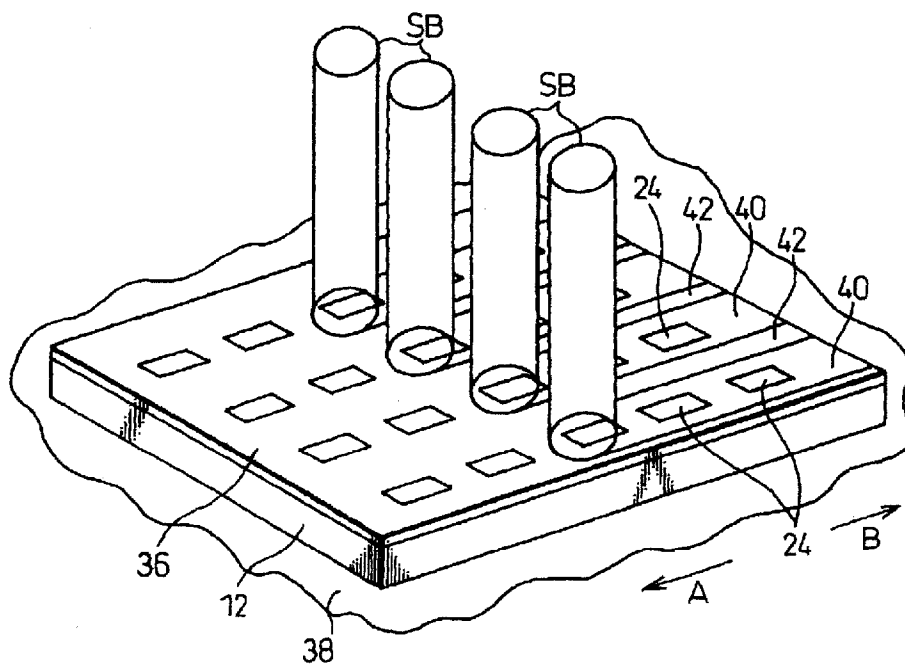
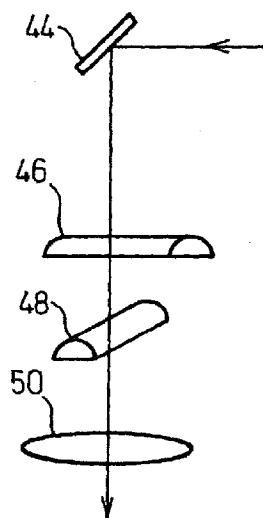


图7



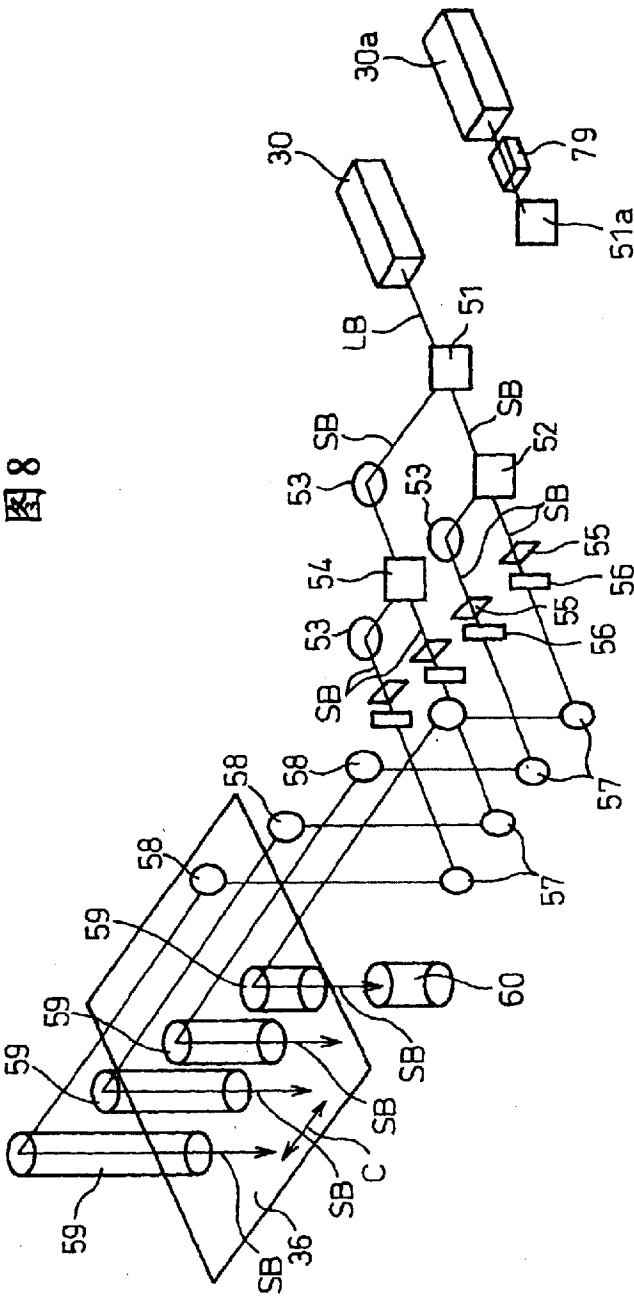


图 8

图9

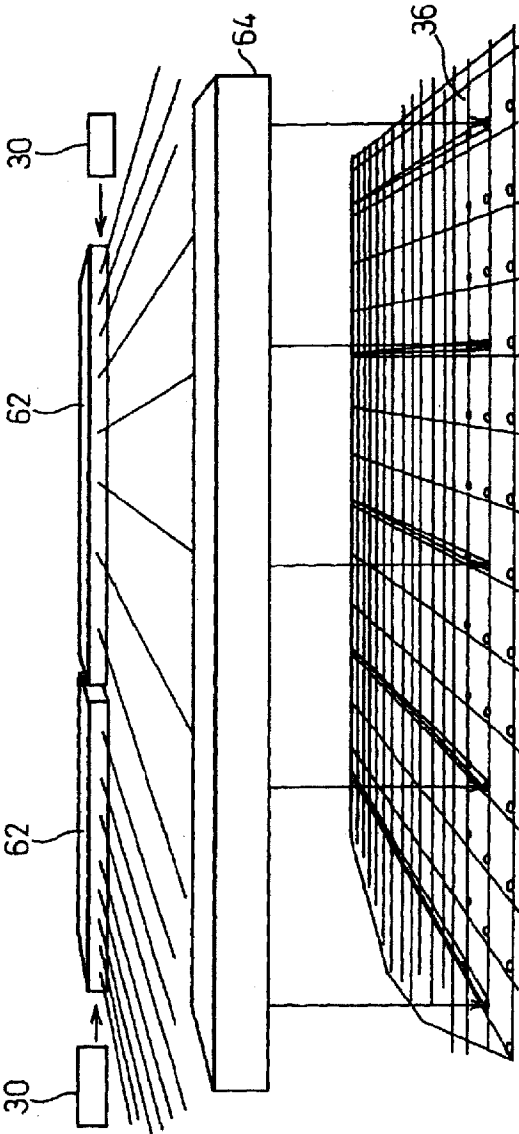


图11

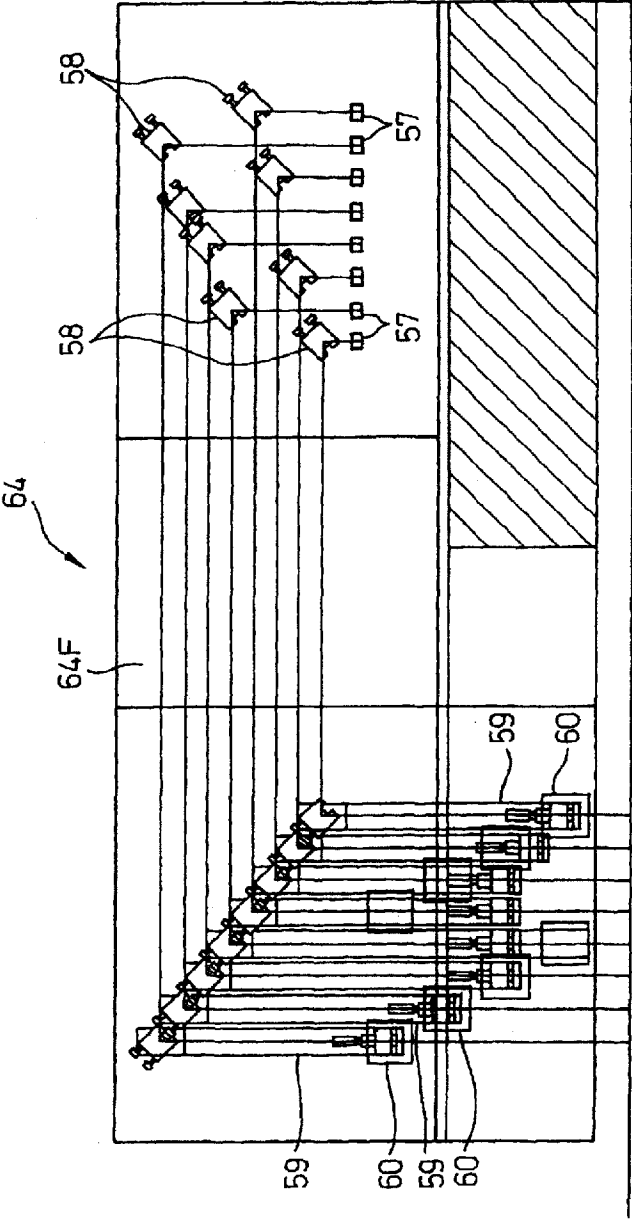


图10

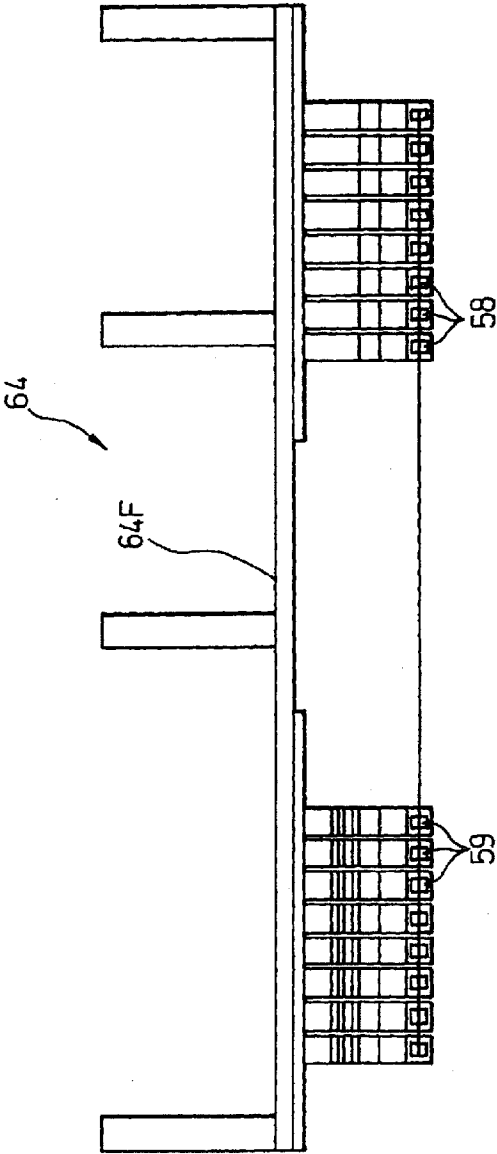


图12

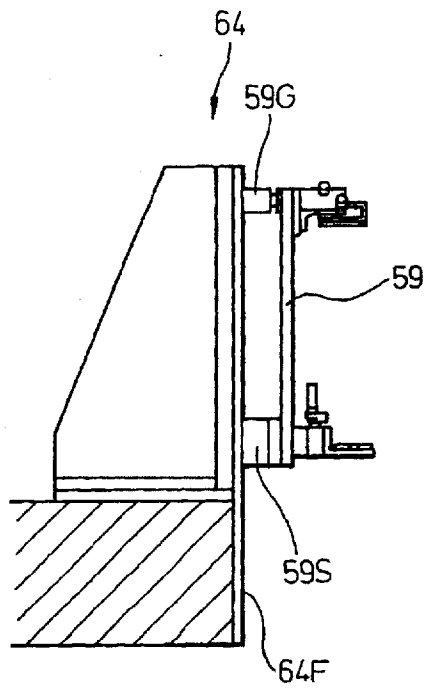


图13

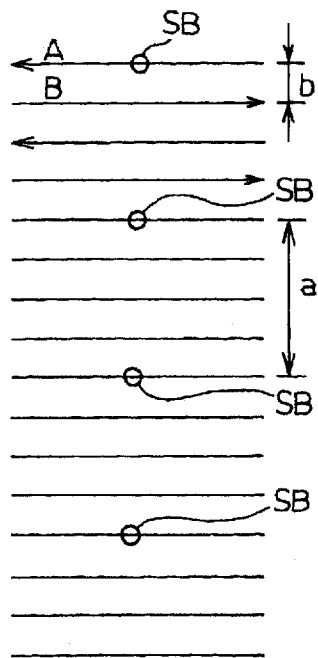


图 14

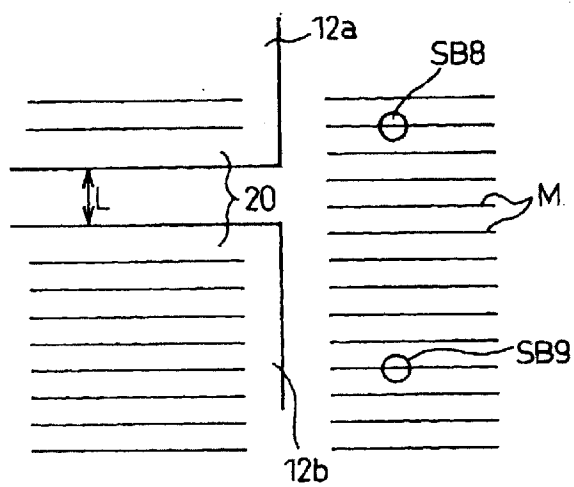


图 15

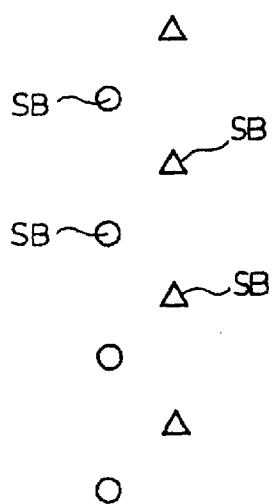




图 16

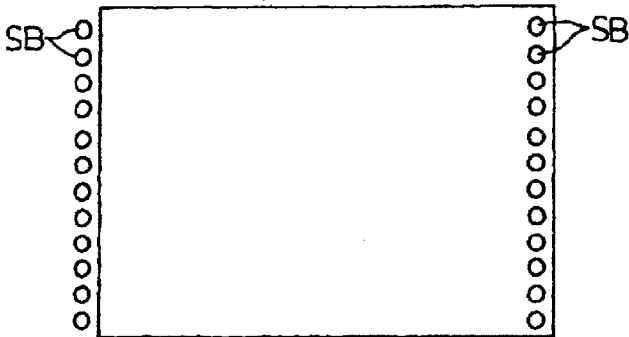


图 17

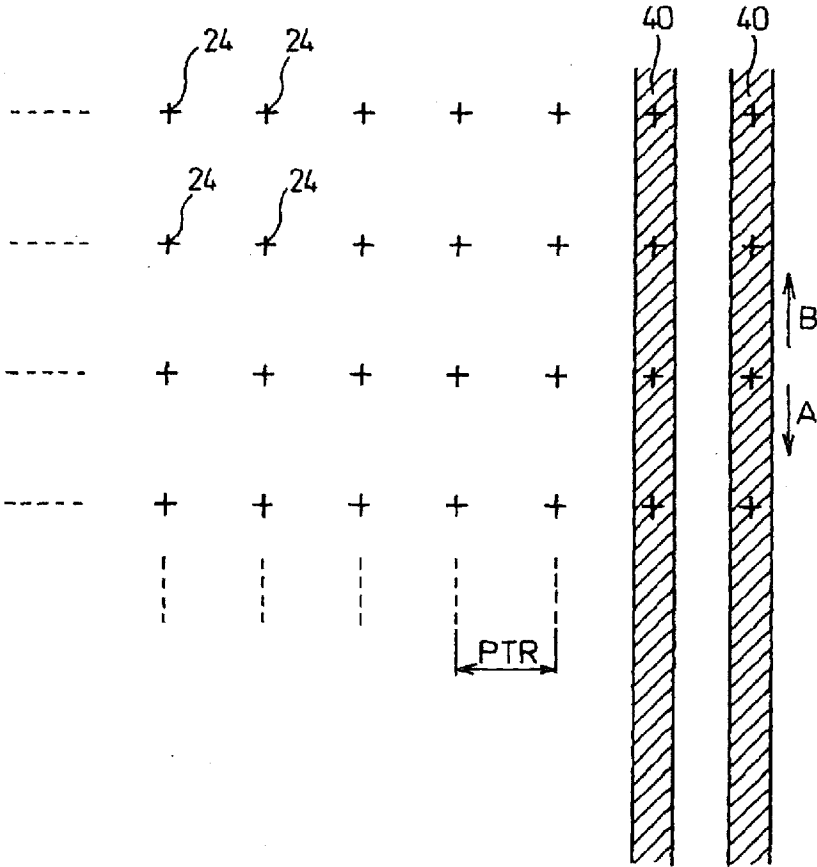




图19

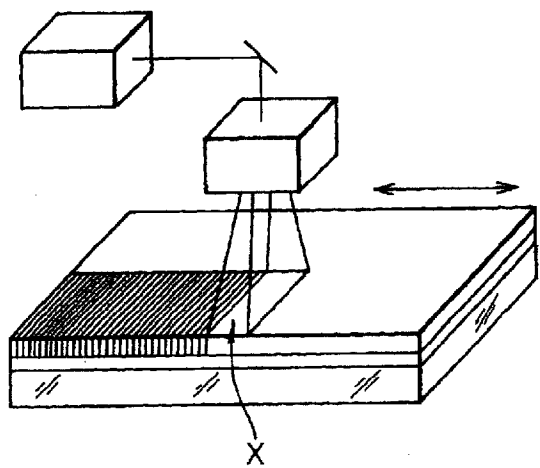


图20

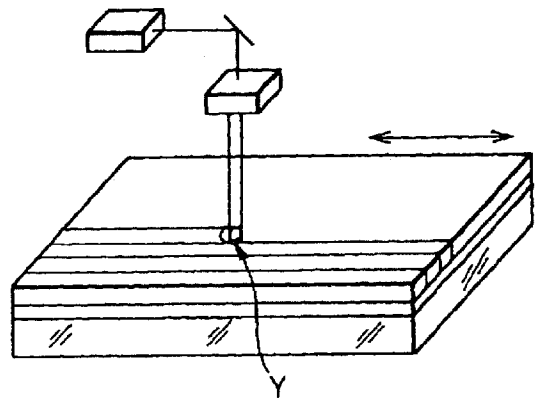


图 21

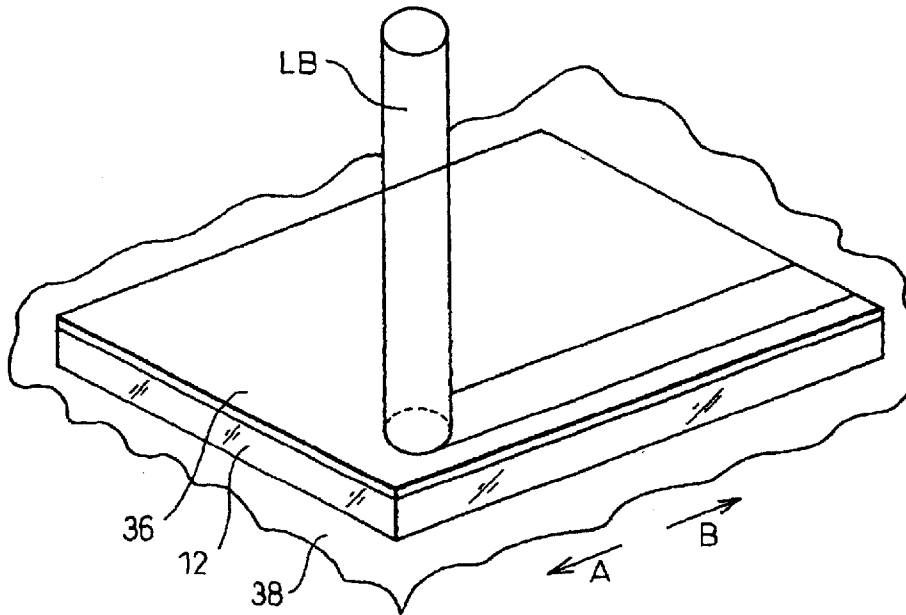


图 22

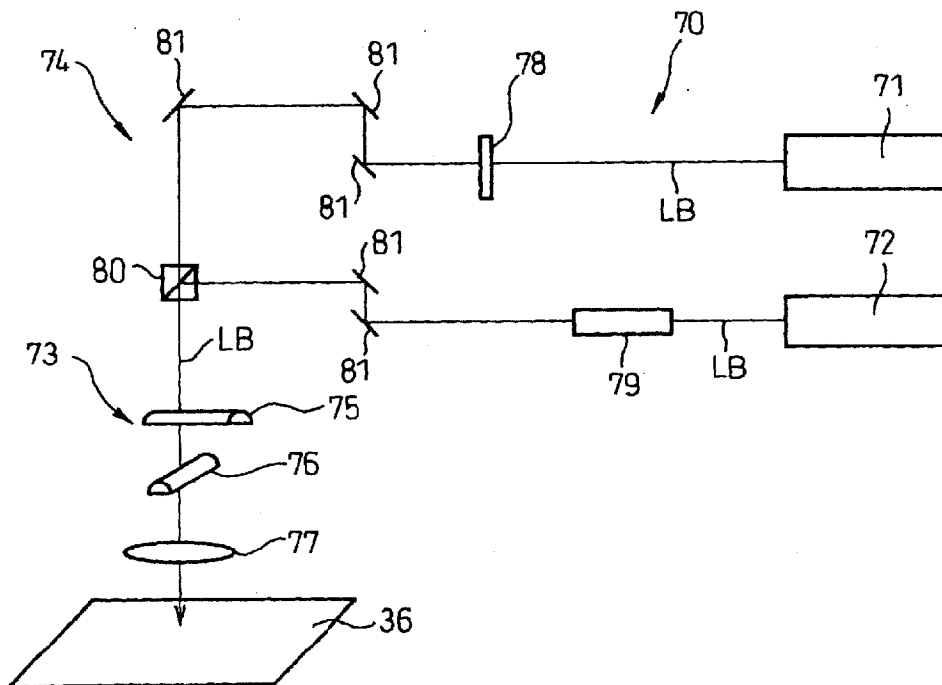


图 23

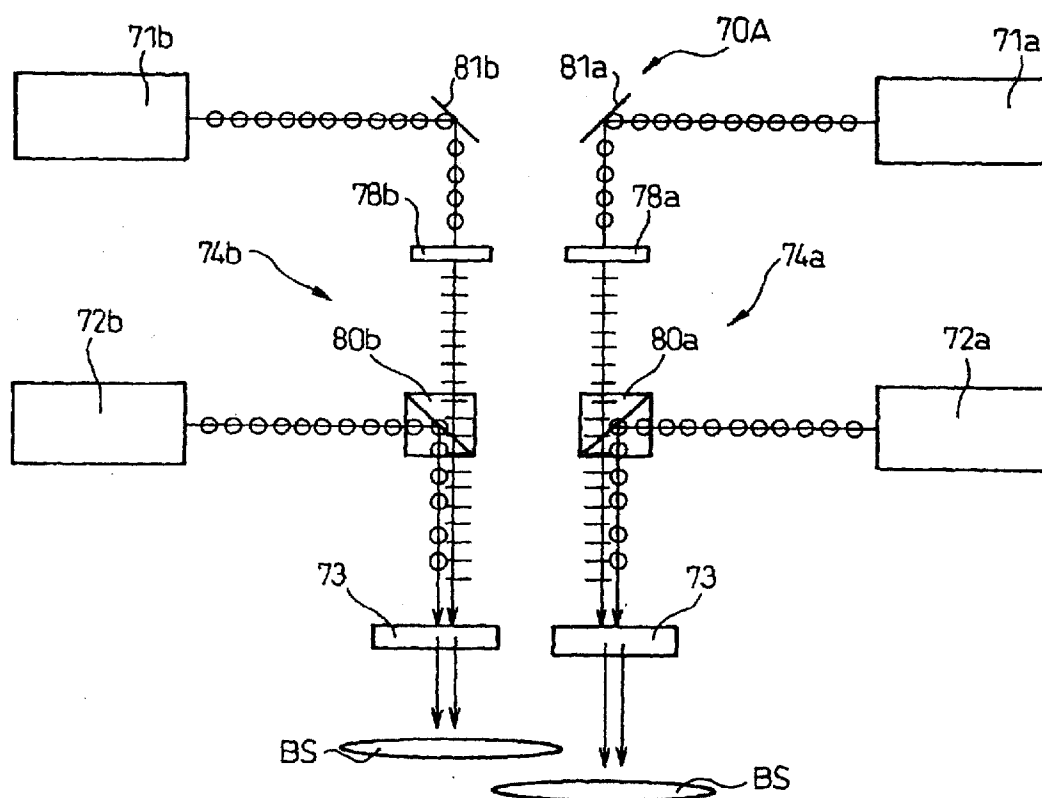


图24

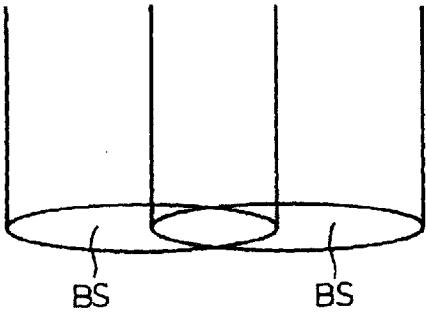


图25

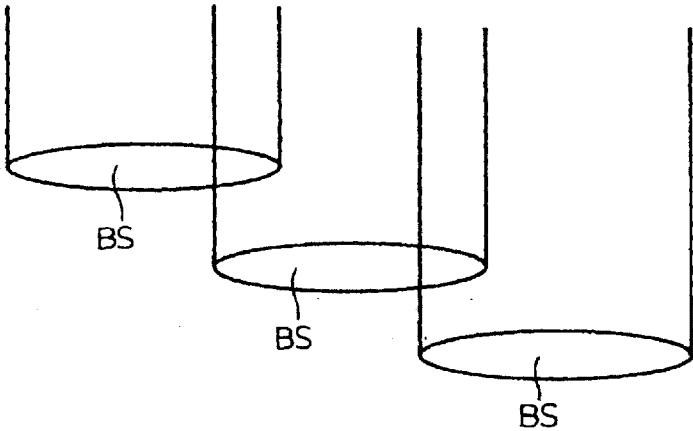


图26

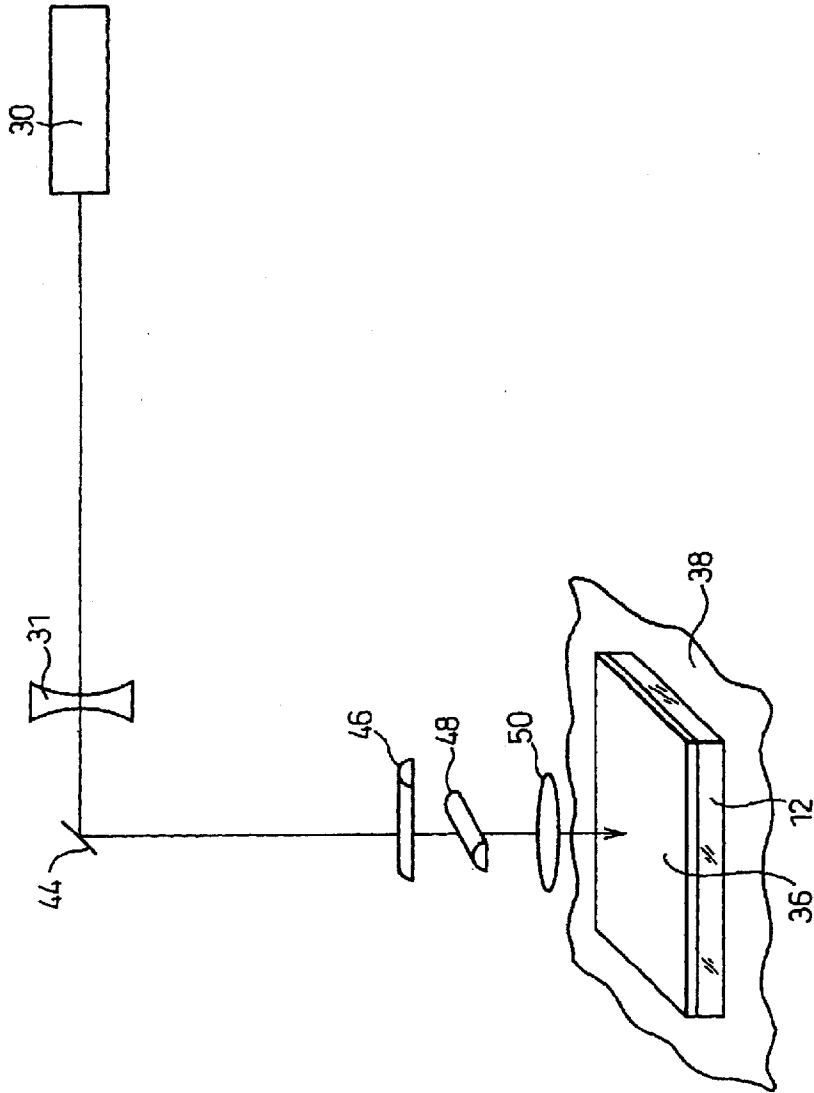


图 27

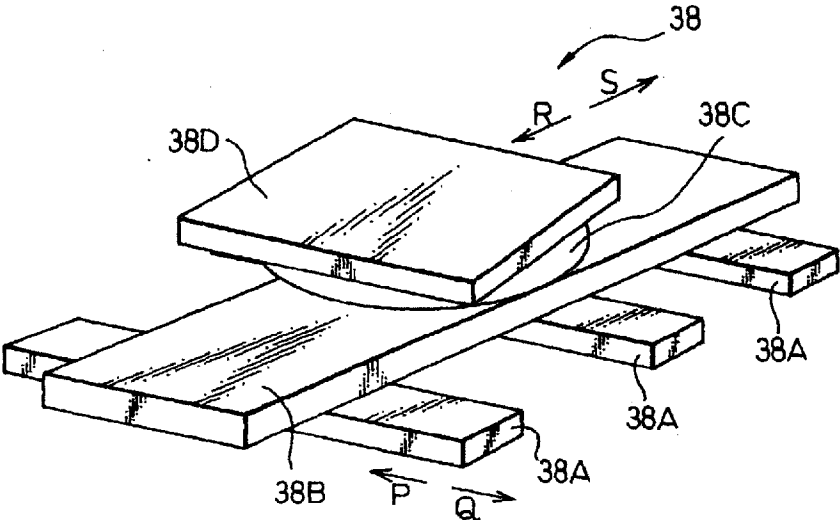


图 28

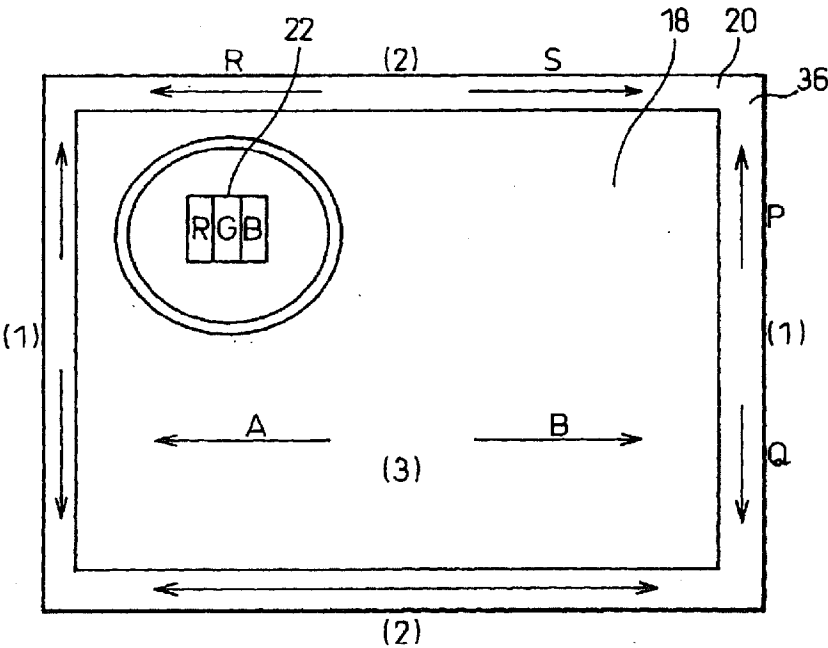




图 29

